

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 09-044681
 (43)Date of publication of application : 14.02.1997

(51)Int.Cl. G06T 7/20
 H04N 5/262

(21)Application number : 07-196343 (71)Applicant : MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD

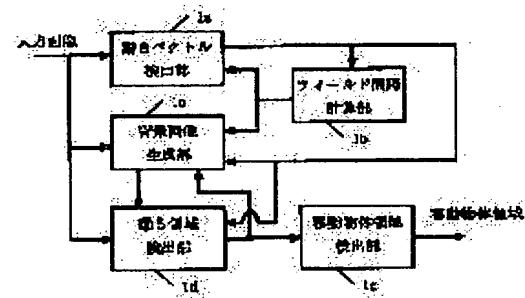
(22)Date of filing : 01.08.1995 (72)Inventor : IWANO KENJI
 AKAHORI HIROSHI
 GOSHIMA YUKIE

(54) MOVING OBJECT AREA DETECTOR

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To extract a stable moving object area, regardless of the size of a motion vector, and to generate a background image which is not included in the moving object area, in a scene in which a moving object is tracked by a camera.

SOLUTION: The motion vector of an input image generated accompanying the movement of a camera is detected, a field space to be processed according to the size of the motion vector in a field space calculation part 1b, the generation of a background image is performed by using a motion area, a motion vector, an input image and a background image in a background image generation part 1c, the motion area is detected from the motion vector, the input image and the background image in a motion area detection part 1d, a moving object area is detected from the motion area in a moving object area detection part 1e, and the processing space of the motion vector detection part 1a and the background image generation part 1c is varied by referring to the output of the field space calculation part 1b.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

【特許請求の範囲】

【請求項1】画像の映像信号を入力画像とし、前記入力画像の移動物体領域の検出を行う移動物体領域検出装置であって、前記入力画像の動きベクトルを検出する動きベクトル検出部と、前記入力画像から背景画像を作成する背景画像生成部を少なくとも具備し、前記動きベクトルの大きさに基づいて前記動きベクトル検出部と前記背景画像生成部の処理間隔もしくは前記背景画像生成部のみの処理間隔を可変にすることを特徴とする移動物体領域検出装置。

【請求項2】画像の映像信号を入力画像とし、前記入力画像の移動物体領域の検出を行う移動物体領域検出装置であって、前記入力画像の動きベクトルを検出する動きベクトル検出部と、前記入力画像から背景画像を作成する背景画像生成部を少なくとも具備し、前記動きベクトルの大きさと移動物体領域の周辺画素との相関値に基づいて前記動きベクトル検出部と前記背景画像生成部の処理間隔もしくは前記背景画像生成部のみの処理間隔を可変にすることを特徴とする移動物体領域検出装置。

【請求項3】画像の映像信号を入力画像とし、前記入力画像の移動物体領域の検出を行う移動物体領域検出装置であって、前記入力画像の動きベクトルを検出する動きベクトル検出部と、前記入力画像から背景画像を作成する背景画像生成部を少なくとも具備し、前記動きベクトルの大きさと移動物体領域の周辺画素との相関値に基づいて前記背景画像生成部における前記背景画像と前記入力画像とを加算する割合を決定することを特徴とする移動物体領域検出装置。

【請求項4】画像の映像信号を入力画像とし、前記入力画像の移動物体領域の検出を行う移動物体領域検出装置であって、前記入力画像の動きベクトルを検出する動きベクトル検出部と、前記入力画像から背景画像を作成する背景画像生成部を少なくとも具備し、前記動きベクトルの大きさと移動物体領域の周辺画素との相関値に基づいて前記動きベクトル検出部と前記背景画像生成部の処理間隔もしくは前記背景画像生成部のみの処理間隔を可変にし、前記動きベクトルの大きさと前記移動物体領域の周辺画素との相関値により前記背景画像生成部における前記背景画像と前記入力画像とを加算する割合を決定することを特徴とする移動物体領域検出装置。

【請求項5】移動物体領域の周辺画素との相関値として、移動物体領域の分散もしくは動きベクトル検出部で算出される相関値を用いて構成した請求項2～4のいずれかに記載の移動物体領域検出装置。

【請求項6】背景画像と入力画像から動き領域を検出する動き領域検出部を具備し、動き領域に対して時間軸方向にもフィルタ処理を行うことを特徴とした請求項1～5のいずれかに記載の移動物体領域検出装置。

【請求項7】動き領域から対象とする移動物体領域を検出する移動物体領域検出部を具備し、動き領域に対して

周波数変換を用いることにより移動物体領域を検出することを特徴とする請求項1～6のいずれかに記載の移動物体領域検出装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、ビデオカメラ等の移動可能な撮像装置から得られた動画像に対して、背景と異なる動きをする移動物体領域を正確に抽出し、動画像の早見、編集、検索を容易にするもので、画像編集装置やセキュリティシステムにおける画像監視装置等に使用される移動物体領域検出装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】従来の背景画像を用いた移動物体検出には大きく分けて

(1) カメラ固定で入力画像を積分して背景画像を生成する方法。

(2) カメラ移動可能で入力画像の動きベクトル検出を行い、動き補償後に背景画像を積分する方法。

(3) (2) と同様に動き補償をし、動領域（移動物体領域）に対しては背景画像を更新せず、静領域に対しては入力画像と背景画像のある割合で加算する。

などがある。(1) は主に画像監視装置に使われており特開平7-79429号公報に開示されたようなものがある。動画像の撮像条件として、カメラが移動している場合の背景画像生成方法に関しては特開平5-225341号公報に開示されたように画面の変化に応じて入力画像と背景画像との加算の割合を可変にすることが示されている。しかしこれは急激な照明変化や動作中の静止物体の隠現による誤検出を減少させるものである。さらに移動物体の特徴量として特開平5-145844号公報に開示されたように移動物体領域の特徴量として移動物体の横、縦の長さ、面積及び重心位置を用いる方法が示されている。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】従来の移動物体領域検出装置のブロック図を図39に示す。従来の移動物体領域検出装置では、動きベクトル検出部、背景画像生成部における各処理のフィールド間隔が固定であり、動き領域検出部において検出される動き領域が誤検出されたり、検出洩れを起こしたりする問題がある。この原因を画像中の移動物体領域をモデル化し、図7を用いて説明する。図7の横軸は空間座標x（またはy）であり、縦軸は画像の輝度値を表しており、実線のグラフが入力画像の輝度値、点線のグラフは参照画像の輝度値を表している。

1) 撮影された動画像の動きベクトルが小さい場合

まず図7(A)の様な輝度値が一様に分布している移動物体領域を考える。入力画像と参照画像との差分をとることにより検出される動き領域は小さい領域のみである。この動き領域に対して移動物体領域検出のために孤

立点除去の処理が行われるため、動き領域が小さいとの処理により動き領域が消去される可能性がある。

【0004】また図7(B)では、移動物体領域の輝度が滑らかに変化している場合を考える。差分が検出された範囲は広いが、差分値(差分の絶対値または2乗値)が小さいため画像のノイズとみなされ、動き領域が検出されない可能性がある。さらに動き領域が正確に検出できないと背景画像生成部において、実際は動き領域であるにもかかわらず静領域とみなされ、次回の動き領域検出処理においても悪影響を及ぼす。

2) 動きベクトルが大きい場合

1) の問題を解決するために、処理を行うフィールド間隔を広くした時を考える。動きベクトル検出部においてある一定の探索範囲内で動きベクトルを探査するが、探索範囲以上の動きベクトルが生じた場合、動きベクトル検出が誤検出となる。当然これ以降の処理結果も不正確なものとなる。

【0005】本発明はかかる点に鑑み、様々な撮影状態における動画像において移動物体領域を含まない背景画像の生成方法、ならびに背景画像と入力画像を加算する割合を考慮し、正確に移動物体領域を検出する方法を提供し、動画像の検索、早見、編集装置ならびに監視装置実現するための移動物体領域検出装置を提供することを目的としている。

【0006】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するため、本発明の第1の構成は、入力画像の動きベクトルを検出する動きベクトル検出部と、前記入力画像から背景画像を作成する背景画像生成部を少なくとも具備し、前記動きベクトルの大きさに基づいて前記動きベクトル検出部と前記背景画像生成部の処理間隔もしくは前記背景画像生成部のみの処理間隔を可変にする構成である。

【0007】また、第2の構成は、入力画像の動きベクトルを検出する動きベクトル検出部と、前記入力画像から背景画像を作成する背景画像生成部を少なくとも具備し、前記動きベクトルの大きさと移動物体領域の周辺画素との相関値により前記動きベクトル検出部と前記背景画像生成部の処理間隔もしくは前記背景画像生成部のみの処理間隔を可変にする構成である。

【0008】また、第3の構成は、入力画像の動きベクトルを検出する動きベクトル検出部と、前記入力画像から背景画像を作成する背景画像生成部を少なくとも具備し、前記動きベクトルの大きさと移動物体領域の周辺画素との相関値により前記背景画像生成部における前記背景画像と前記入力画像とを加算する割合を決定する構成である。

【0009】

【作用】本発明は、以上のような構成により、動きベクトル検出、背景画像生成の各処理を、動きベクトルの大きさが大きい時は処理間隔を狭くして、動きベクトルの

大きさが小さい時は処理間隔を広くすることで、移動物体領域を含まない背景画像を生成し、この背景画像を用いて移動物体領域の正確な抽出が行える。

【0010】また、処理間隔を可変にする条件の中に、移動物体領域の周辺画素との相関値を用いることより、画像のテクスチャに左右されない移動物体検出が行える。

【0011】また、動きベクトルの大きさと移動物体領域の周辺画素との相関値を用いて、入力画像と背景画像を加算する割合を可変にすることにより、移動物体領域を含まない背景画像を生成し、この背景画像を用いて移動物体領域の正確な抽出が行える。

【0012】

【実施例】以下本発明の移動物体領域検出装置の第1の実施例について説明する。図1は本発明の移動物体領域検出装置の第1の実施例における全体ブロック図である。全体の処理の流れから説明する。

【0013】まず、動きベクトル検出部1aでは入力画像とこれより所定フィールド以前の画像である参照画像を用いて動きベクトルを算出する。フィールド間隔計算部1bでは動きベクトルの大きさと前回処理時のフィールド間隔を参照して、動きベクトル検出部1aにおける参照画像の更新もしくは継続、及び背景画像生成部1cにおける背景画像の更新もしくは継続を決定する。次に背景画像生成部1cでは入力画像、動きベクトル、前回処理で生成された背景画像、動き領域を用いて新たな背景画像を生成する。動き領域検出部1dでは動きベクトルにより補正された背景画像と入力画像との差分を計算し動き領域を検出する。移動物体領域検出部1eでは、動き領域の中で領域面積が最大である移動物体領域を検出する。

【0014】動きベクトル検出部1aは画像処理を用いた種々の方法で実現できるが、ここでは「ナショナル テクニカル レポート」(National Technical Report Vol. 37 No. 3 pp308-204 Jun. 1991)で記されている方法について図2を用いて詳細を説明する。

(1) フィールドfにおける入力画像をS(f)と表記し、このときの参照画像蓄積部2aには入力画像とint(f)フィールド間離れた画像S(f-int(f))が保持されている。

(2) 代表点マッチング処理部2bでは、画像S(f)、S(f-int(f))を図8に示す5つの領域に分割し、図9(A)に示す参照画像S(f-int(f))の各領域の代表点9aと入力画像S(f)の各領域の探索範囲9b内の点で代表点マッチング処理を行い相関値C(n, z)を計算する。但し、nは領域番号 $1 \leq n \leq 5$ 、zは探索範囲内での座標を表しており、1つの画像に対する相関値Cは領域分割数と探索範囲の大きさとの積の個数だけ存在する。

(3) 有効領域判定部2cにおいて、第n領域の相関値

の集合 $\{C(n, z)\}$ から探索範囲内での平均値 $Cav_e(n)$ 、最小値 $Cmin(n)$ 、相関値の最小値付近の勾配の x 、 y 方向成分 $grdx(n)$ 、 $grdy(n)$ を求め、これらを用いて各領域の有効性を検証し、第 n 領域における動きベクトル $v(f, n)$ を算出する。

(4) 動きベクトル決定部 2d では、有効な領域の動きベクトル $v(f, n)$ から動きベクトル $v(f)$ を決定する。

(5) 検出された動きベクトル $v(f)$ を用いて、フィールド間隔計算部 1b で参照画像蓄積部 2a の更新もしくは継続の判定をする。

【0015】但し、動きベクトル検出部 1a はこの方法に限定せず、オプティカルフローによって画像の局所的動きの変化を検出する構成でも良い。

【0016】続いてフィールド間隔計算部 1b の処理について図 3 を用いて説明する。ここでは課題を解決するために参照画像及び背景画像更新を行う処理間隔を可変とする。

(1) 画像更新判定部 3a において検出された動きベクトルの大きさとフィールド間隔記憶部 3b に保持されている前回処理時のフィールド間隔を用いて画像の更新もしくは継続の判定を行う。動きベクトルの大きさが小さい時は画像を継続する判定を行い、大きさがある閾値以上になると画像更新の判定を行う。また入力画像と参照画像との間隔が広がり過ぎると検出される動きベクトルの信頼性が低下してしまうため、フィールド間隔にも閾値を設けて画像の更新もしくは継続の判定をする。以下に画像更新判定部 3a における更新の条件を示す。

【0017】フィールド f における動きベクトルを $v(f)$ 、入力画像と参照画像のフィールド間隔を $int(f)$ と表記すると、条件 (数 1) (数 2) のどちらかを満足する時に更新と判定する。

$$B(f - int(f), x, y) = BG(f - int(f), x + V_x, y + V_y)$$

f : 入力画像のフィールド番号

$int(f)$: 入力画像と参照画像のフィールド間隔

V_x : 動きベクトルの x 方向成分

V_y : 動きベクトルの y 方向成分

【0025】(2) 背景画像更新部 4b において、(数 4) により座標変換された背景画像 $B(f - int(f))$ と入力画像 $S(f)$ 、および動き領域を用いて背景画像の更新を行う。この時動き領域と判定された領域には背景画像の更新を実行せず、動き領域ではない領域(静領域)に対しては(数 5)を用いて背景画像を更新する。

【0026】

【数 5】

【0018】

【数 1】

$$|V(f)| > TH_v$$

【0019】

【数 2】

$$int(f) > TH_i$$

【0020】ただし、式中の TH は閾値を表している。なお、(数 1) (数 2) では動きベクトルの大きさとフィールド間隔は独立な閾値を用いているが、フィールド間隔の値により動きベクトルの大きさの閾値を変化させてゆくことも当然考えられる。すなわち条件は(数 3) のようになる。

【0021】

【数 3】

$$|V(f)| > TH_v(int(f))$$

【0022】また、実際の映像信号ではカメラの動き、移動物体の動きは横方向が多いため、動きベクトルの横(x)方向成分 $V_x(f)$ を用いても実現できる。

【0023】背景画像生成部 1c については図 4 を用いて詳細を説明する。

(1) フィールド間隔計算部 1b からの出力を参照し、これが継続の場合は現在の背景画像を保持したままで新たな生成は行わない。更新する場合は、背景画像蓄積部 4c に保持されている前回生成された背景画像 $BG(f - int(f))$ と動きベクトル v を用いて、座標変換部 4a で(数 4)に示す座標変換を行い、 $B(f - int(f))$ を算出する。

【0024】

【数 4】

$$B(f) = aS(f) + (1 - a)B(f - int(f))$$

a : 積分パラメータ

$$(0 < a < 1)$$

【0027】(3) 背景画像蓄積部 4c では、背景画像更新部 4b で作成された背景画像 $B(f)$ を次回更新が行われるまで $BG(f)$ として蓄積する。

【0028】動き領域検出部 1d については図 5 を用いて詳細を説明する。

(1) カメラの動きを補償するために、検出された動きベクトル v を用いて背景画像 $BG(f - int(f))$ を入力画像 $S(f)$ と同位置になるように座標変換部 5

aで(数4)の座標変換を行う。

(2) 差分計算部5bにおいて、入力画像S(f)と座標変換された背景画像B(f-int(f))の差分画像を作成する。

(3) 次に動き領域判定部5cにおいて入力と背景の差分画像に対して動き領域判定処理を実行する。ここではフィルタのサイズをL(但し、Lは奇数)とし、フィル

$$\{(x, y) \mid |S(f, x, y) - B(f - int(f), x, y)| > TH_{lab}\}$$

【0030】フィルタの対象画素(x0, y0)周辺のL×L個の画素に対して差分を計算して差分値がある閾値THlab以上である画素((数6)を満足する画素)の個数が、L×L/2個以上存在すれば対象画素(x0, y0)を動き領域とする。

【0031】移動物体領域検出部1eについては図6を用いて詳細を説明する。

(1) ラベリング処理部6aでは、動き領域の中で隣接している画素を1つのグループとみなして各グループに順番を付けていく処理である。

(2) 近接領域結合処理部6bでは、ラベリングされた各グループの中で近接しているものを結合する処理である。

(3) 孤立点除去処理部6cでは、グループを構成する領域が小さい場合はそれをノイズとみなして静止領域に変更する処理を行う。

(4) 移動物体領域決定部6dでは、上記の処理後に領域面積が最大であるグループを移動物体領域として検出をする。

【0032】以上の本発明の第1の実施例の有効性を確認するために、従来方式との比較を行った。評価画像として、人物が歩行しているのをカメラで追尾しているシーンを選出した。移動物体の特徴量として領域の面積、重心位置を用いる。評価画像に用いた追尾シーンにおいて移動物体領域が正確に検出されるならば、面積がある程度の大きさを安定して保ち、重心位置も時間変化に対して変動が少なく安定した値が得られる。

【0033】移動物体領域の検出結果として、移動物体領域の面積を図10に、重心位置を図11に示す。比較は図1におけるフィールド間隔計算部を具備する本発明の方式10aと、フィールド間隔固定の従来方式10bである。横軸が時間変化を表すフィールド数であり縦軸が移動物体領域の面積とx軸方向の重心位置である。ここでカメラや移動物体の動きは横方向が多いため重心位置としてx軸方向のみを参照している。図10、図11より移動物体の特徴量である面積、重心位置とともに本発明の方式では安定しているが、従来方式では不安定となっていることが分かる。

【0034】次に、本発明の移動物体領域検出装置の第2の実施例について説明する。図12は本発明の移動物体領域検出装置の第2の実施例における全体ブロック図である。第1の実施例との相違点は、フィールド間隔計

タの対象画素を(x0, y0)とすると、

$$(x, y) = (x0 \pm (L-1)/2, y0 \pm (L-1)/2)$$

に対して、(数6)を用いて動き領域の判定を行う。

【0029】

【数6】

$$\{(x, y) \mid |S(f, x, y) - B(f - int(f), x, y)| > TH_{lab}\}$$

算部12bでは動きベクトルの大きさに加えて、移動物体領域を参照していることである。

【0035】第1の方法では動きベクトルの大きさを閾値と比較してフィールド間隔を決定しているが、第2の方法では移動物体領域のテクスチャの有無も判定条件に盛り込む。図7(A)のエッジ部分に注目すれば、テクスチャのある部分では移動距離が小さくても差分値が算出されるが、逆に図7(B)のようにテクスチャの少ない画像では移動距離が大きくなければ差分値は小さな値にしかならない。

【0036】すなわち、動きベクトルの大きさだけで動き領域が算出されると判定するのではなく、移動物体領域のテクスチャを参照することにより適切なフィールド間隔を決定する。移動物体領域のテクスチャを判定するために、移動物体領域に対して代表点マッチング処理を実行して周辺画素との相關値を計算し、この相關値から周辺画素との相関が低くなる画素間隔を計算する。

【0037】フィールド間隔計算部12bの処理について図13を用いて詳細を説明する。

(1) 参照領域蓄積部13aでは、現在のフィールドから所定フィールド以前の移動物体領域である参照領域を蓄積する。この参照領域の更新もしくは継続は画像更新判定部13dの判定により行う。

(2) 代表点マッチング処理部13bでは、図9(B)に示す参照領域の代表点9cと移動物体領域の探索範囲9d内の点で代表点マッチング処理を行い相関値C

(m, z)を計算する。ただし、zは探索範囲内での座標を、mは移動物体領域を表している。z=(x, y)に対する相関値C(m, z)の一例を図14に示す。

(3) 画素間隔計算部13cでは移動物体領域の相関値の集合{C(m, z)}から相関値の平均値Cave

(m)、最小値Cmin(m)、相関値の最小値付近の勾配のx、y方向成分Gx(m)、Gy(m)を算出し、これらの関係を図15に示す。最小値付近では相関が高いので、最小値を示す位置から平均値を示す位置まで離れば周辺画素との相関が低いと言える。これを求めるために横(x)方向に2つ、縦(y)方向に2つの合計4つ存在する最小値付近の傾きの中で、傾きの最小値Gminを求める(但し、Gmin ≠ 0)。これより周辺画素との相関が低くなる画素間隔Nは(数7)により算出される。

【0038】

【数7】

$$N(f) = \frac{C_{ave} - C_{min}}{G_{min}}$$

【0039】(4) 画像更新判定部13dでは、移動物体領域の周辺画素との相関が低くなる画素間隔Nと動きベクトルの大きさ|V|を用いて(数8)により、フィールド間隔Tを決定する。

【0040】

【数8】

$$T(f) = \frac{N(f)}{|V(f)|}$$

【0041】すなわち、動き領域検出を正確に行うためには、背景画像と入力画像との間がT(f)フィールド必要であることを意味する。フィールド間隔記憶部3bに保持されている入力画像と参照／背景画像とのフィールド間隔int(f)と算出されたフィールド間隔T(f)を用いて、画像更新判定部13dでの画像更新の条件は(数9)となる。

$$\sigma^2 = \frac{1}{|M|} \sum_{(x,y) \in M} (I(x,y) - I_{ave})^2$$

M : 移動物体領域

|M| : 移動物体領域の面積

I(x,y) : 座標(x,y)における輝度値

I_{ave} : 移動物体領域における輝度値の平均値

【0046】(2) 画素間隔計算部16bでは領域のテクスチャの有無を分散を用いて推定するために、関数gを定義して周辺画素との相関が低くなる画素間隔N1を(数11)を用いて決定する。

【0047】

【数11】

$$N1 = g(\sigma)$$

【0048】g(σ)として1/σやexp(-σ)など様々な単調減少関数が存在する。

(3) 画像更新判定部16cではN1を(数7)のN(f)と等価とみなし、(数11)のN1を(数8)のN(f)に代入してフィールド間隔T(f)を計算する。このT(f)とフィールド間隔記憶部3bのint(f)を用いて、画像更新の条件(数8)により、更新もしくは継続の判定を行う。

【0049】次に、本発明の移動物体領域検出装置の第3の実施例について説明する。図17は本発明の移動物体領域検出装置の第3の実施例における全体ブロック図である。第1および第2の実施例との相違点は、フィールド間隔計算部17bでは動きベクトルの大きさに加えて、入力画像と参照画像の相関値を参照していることである。

【0050】まず、代表点マッチング処理部2bの相関値を用いる領域は図8より5つ存在するが、被写体を追

【0042】

【数9】

$$int(f) > T(f)$$

【0043】尚、(数9)だけでなく(数2)におけるint(f)の閾値を用いた条件も判定時に参考することが当然考えられる。また実際の映像信号ではカメラの動き、移動物体の動きは横方向が多いため、動きベクトルの横(x)方向成分Vx(f)を用いても実現できる。

【0044】また、本発明の移動物体領域検出装置の第2の実施例は、図12のフィールド間隔計算部12bの処理を図13の代りに図16を用いることでも実現できる。フィールド間隔計算部12bについては図16を用いて詳細を説明する。

(1) 移動物体領域の分散は分散計算部16aにより(数10)のように計算できる。

【0045】

【数10】

尾するような動画像では通常被写体が画面中央に存在するため図8の第5領域を用いる。しかしより汎用的な方法として図17の点線に示すように移動物体領域の重心位置を検出して、重心位置から参照する第n領域を決定する方法もある。ここで移動物体領域の重心位置は移動物体領域特徴量検出部17cにおいて検出されるものとする。

【0051】動きベクトル検出部17aは、図2において代表点マッチング処理部2bの出力である相関値を動きベクトル検出部1aの外部でも参照できるように構成したものである。

【0052】図18を用いてフィールド間隔計算部17bの詳細を説明する。

(1) 参照領域判定部18aでは移動物体領域の重心位置から図8の5つの領域の内どの領域を参照するかを決定する。重心位置が第5領域に含まれる時は第5領域を参照し、そうでない時は重心位置が含まれる領域を参照する。但し、最初から第5領域を参照する場合は、この処理を行わない。

(2) 画素間隔計算部18bは13cの処理を移動物体領域にではなく、図8に示す第n領域(1 ≤ n ≤ 5)に対して行ったものである。即ち、相関値の集合は[C(n, z)]から相関値の平均値Cave(n)、最小値Cmin(n)、相関値の最小値付近の勾配のx、y方向

成分Gx(n)、Gy(n)を算出し、4つ存在する最小値付近の傾きの中で傾きの最小値Gminを求める（ただし、Gmin≠0）。これより周辺画素との相関が低くなる画素間隔Nは（数7）により算出される。

（3）画像更新判定部13dおよびフィールド間隔記憶部3bでの処理は上記の説明と等価であるので、説明を省略する。

【0053】なお、本発明の第1の実施例における図1、および第2の実施例における図12、および第3の実施例における図17では、フィールド間隔計算部の出力を、動きベクトル検出部、背景画像生成部において参照しているが、動きベクトル検出部では参照せず固定のフィールド間隔（または毎フィールド）で処理を実行することもできる。

【0054】この場合フィールド間隔計算部では固定のフィールド間隔（または毎フィールド）で検出された動きベクトルを積算し可変フィールド間での動きベクトルを検出すれば実現する。この場合の動きベクトル検出部1aおよび17aの詳細を図19を用いて説明する。

（1）参照画像蓄積部19aでは、フィールドfにおける入力画像S(f)とFフィールド間離れた画像S(f-F)を保持している。

（2）代表点マッチング処理部2b、有効領域判定部2c、動きベクトル決定部2dの処理は上記の説明と同じであるため、説明を省略する。

【0055】なお動きベクトル検出部1aのフィールド間隔が固定である場合は、上記の画像処理を用いた方法以外に撮影装置にセンサを付けその出力を参照する方法でも動きベクトル検出部1aを実現できる。

【0056】第1の実施例において、動きベクトル検出を固定フィールド間隔で実行した時のフィールド間隔計算部1bについて図20を用いて詳細を説明する。

（1）動きベクトル検出部1aおよび17aの出力を動きベクトル積算部20aで積算し、可変フィールド間隔における動きベクトルを計算する。これを画像更新判定部3aが画像更新と判定するまで行う。画像更新と判定された場合、その時まで積算した動きベクトルを0にリセットする。

（2）画像更新判定部3a、フィールド間隔記憶部3bの処理は上記の説明と同じであるため省略する。

$$\begin{aligned}
 B(f) &= aS(f) + (1-a)B(f-1) \\
 &= aS(f) + (1-a)aS(f-1) + (1-a)^2B(f-2) \\
 &= aS(f) + (1-a)aS(f-1) + \cdots (1-a)^t aS(f-t) \cdots \\
 &= \sum_{t=0}^{\infty} a(1-a)^t S(f-t)
 \end{aligned}$$

【0063】この（数12）よって、tフィールド以前の画像が現在の背景画像の中にa(1-a)^tの割合で参照されていることが分かる。

【0064】前記原理によりフィールド間隔可変方式で

【0057】動きベクトル検出処理を固定フィールド間隔で実行した時の、第2の実施例におけるフィールド間隔計算部12bの処理、および第3の実施例におけるフィールド間隔計算部17bの処理については、図13、図16、図18の画像更新判定部13d（もしくは16c）と、13d（もしくは16c）の入力である動きベクトルとの間に動きベクトル積算部20aを設けた構造となる。動きベクトル積算部20aの処理は上記説明と等価であるため、説明を省略する。

【0058】次に本発明の移動物体領域検出装置の第4の実施例について説明する。図21および図24は本発明の移動物体領域検出装置の第4の実施例における全体プロック図である。第1、第2、第3の実施例との相違点は、動きベクトル検出部、背景画像生成部の処理を可変フィールド間隔で実行するのではなく、背景画像生成部1cの背景画像更新部4bにおける積分パラメータ

（（数5）参照）を計算する係数計算部21aおよび24aを具備することである。処理をするフィールド間隔を固定にする理由は、実際に製品化するときに処理間隔を可変にできない場合も考えられるためである。積分パラメータを決定する要素として、動きベクトルの大きさと移動物体領域の周辺画素との相関を用いる。

【0059】図21は移動物体領域を参照して周辺画素との相関を計算する方式であり、図24は図8の第n領域（通常は第5領域）の相関値から移動物体領域の周辺画素との相関を推定する方法である。

【0060】まず、係数計算部21aで行う処理を図22および図23で、また係数計算部24aで行う処理を図25を用いて説明する。図22における参照領域蓄積部13a、代表点マッチング処理部13b、画素間隔計算部13c、および図23における分散計算部16a、画素間隔計算部16b、および図25における参照領域判定部18aは上記の説明と同じであるため、説明を省略し係数決定部22aの処理を説明する。

【0061】ここでは一例として毎フィールド処理を行う場合を考える。背景画像生成の式（数5）においてint(f)=1を代入して、（数12）のように変形する。

【0062】

【数12】

はint(f)=N/V|V|フィールドの間隔を待つ動作をしている。すなわちフィールド間隔が固定の場合においても背景画像生成時にint(f)フィールドまで参照すれば、処理間隔を可変にした時と同様の効果が

得られて移動物体領域の検出精度が向上する。フィールド数 t と背景画像に含まれる割合 y の関係は(数13)となる。

【0065】

【数13】

$$y = a(1 - a)^t$$

【0066】(数13)を図26に表す。図26より t が増加すると割合 y は減少するが $t \rightarrow \infty$ としなければ $y = 0$ とはならない。そこで、 $t = 0$ における微分直線が t 軸と交差するフィールドまでを参照すると定義し、このフィールド数を T_1 と表記する。(数13)を対数微分法を用いて微分して(数14)が導出される。

【0067】

【数14】

$$\frac{dy}{dt} = a(1 - a)^t \log(1 - a)$$

【0068】(数14)より $t = 0$ における傾き $a - 1 - a \log(1 - a)$ と、切片 a を持つ直線を y_1 と表記すると、(数15)のようになる。

【0069】

【数15】

$$y_1 = a \log(1 - a)t + a$$

【0070】これに $y_1 = 0$ を代入し、 T_1 を求めると

【0071】

【数16】

$$T_1 = -\frac{1}{\log(1 - a)}$$

【0072】となる。(数16)から a について解くと

【0073】

【数17】

$$a = 1 - \exp\left(-\frac{1}{T_1}\right)$$

【0074】となる。(数12)は毎フィールド処理を実行する場合であるが、間隔固定で複数フィールドの場合も同様にして導出できる。(数17)の T_1 を(数8)の $T(f)$ と正比例の関係があるとみなすと、 $T_1 = \beta N / |V|$ となり、これを(数17)に代入したものが(数18)となる。

【0075】

【数18】

$$a = 1 - \exp\left(-\frac{|V|}{\beta n}\right)$$

【0076】係数決定部22aでは動きベクトルの大きさ $|V|$ と周辺画素との相関が低くなる画素間隔 N を(数18)に代入して積分パラメータ a を決定する。(数18)の関係を図27に示す。

【0077】(数18)の効果を検討するために移動物体領域検出の比較を行う。移動物体領域の特徴量として

は面積と重心位置の x 方向成分を用い、面積を図28に、重心位置を図29に示す。評価画像は人物の歩行シーンをカメラで追尾した画像であるが図10、図11で用いた追尾シーンとは異なる。

【0078】比較は処理間隔可変で $a = 0.8$ とした方式28aと、処理を毎フィールド実行し $a = 0.2, 0.4, 0.8$ とした各方式28b, 28c, 28dである。フィールド間隔が固定の場合は $a = 0.2$ にすると移動物体領域を正確に検出できることが分かる。この追尾シーンに対して(数18)の β に適当な値を代入して a を計算すると0.2~0.3付近になり、結果とほぼ一致することが分かる。但し、 a を小さくするほどより以前のフィールドを参照するため、ノイズが積算されて動き領域が誤検出されることもある。

【0079】次に本発明の移動物体領域検出装置の第5の実施例について説明する。図30および図31は本発明の移動物体領域検出装置の第5の実施例における全体ブロック図である。この第5の実施例は、第1、第2、第3の実施例において、背景画像生成部1cの背景画像更新部4bにおける積分パラメータ(（数5）参照)を計算する係数計算部30aおよび31aを具備することである。

【0080】ここでフィールド間隔を可変の場合の、積分パラメータ a について考える。移動物体領域が完全に検出できれば a の値は1に近いほど良い。すなわち背景画像生成時に

動領域：背景画像

静領域：入力画像

とすれば、カメラの移動による背景画像の変化(カメラをパンしたときカメラから対象物までの距離が異なるものは画面上での移動距離が異なる等)にも、素早く対応できる。また画面にノイズが発生しても、その画面ではノイズの影響を受けるが次の処理には関係なくなり、移動物体検出は正しく行える。

【0081】すなわち係数計算部30aとは、フィールド間隔計算部12bが

- ・(数9)の条件により画像更新を行う場合は、積分パラメータを $a = 1$ とする
 - ・(数2)の条件により画像更新を行う場合は、係数決定部21aと同じ方法(詳細は図22)で積分パラメータ a を決定する
- という構成を持つ。

【0082】また係数計算部31aとは、フィールド間隔計算部17bが

- ・(数9)の条件により画像更新を行う場合は、積分パラメータを $a = 1$ とする
 - ・(数2)の条件により画像更新を行う場合は、係数決定部24aと同じ方法(詳細は図25)で積分パラメータ a を決定する
- という構成を持つ。

【0083】次に図1および図12および図17および図21および図30および図31における動き領域検出部1dの動き領域判定部5cの他の方法について説明する。第1の実施例において説明した動き領域判定方法は、同一画面の周辺画素の値を参照していた。ここでは移動物体領域の時間的連続性を考慮して、動き領域を判定する。すなわち、フィルタ処理を同一画面内のみならず、これを時間軸方向に延長する方式を行う。重み係数をZ（但し、Z>1でZを大きくするほど周辺画素への重みが大きくなる）、フィルタの対象画素（x0, y0）からの距離をdとし対象画素から離れれば重み付けが小さくなるフィルタを構成する。距離としてはユークリッド距離が代表的であるが、他の4近傍距離、8近傍距離、8角形距離、用いても設計可能であることは言うまでもない。一例として3次元ユークリッド距離dを用い設計した時空間フィルタを用いる。ここで用いる3次元ユークリッド距離を（数19）に示す。但し f0 は現在のフィールドを表す。

【0084】

【数19】

$$d = \sqrt{(x - x_0)^2 + (y - y_0)^2 + \alpha^2(f - f_0)^2}$$

【0085】ここで α は動きベクトルの大きさ $|V|$ により変化する係数であり、その一例を（数20）に示す。

$$\frac{1}{NW} \sum_{f=f_0}^{f_0-LF} \sum_{x=x_0-(L-1)/2}^{x_0+(L-1)/2} \sum_{y=y_0-(L-1)/2}^{y_0+(L-1)/2} W(f, x, y) I(f, x, y) > TH_W$$

【0091】ここで、I(f, x, y) は輝度値、NW はフィルタの正規化係数、THW は閾値を表す。正規化係数を（数23）に示す。

$$NW = \sum_{f=0}^{LF} \sum_{x=-(L-1)/2}^{(L-1)/2} W(f, x, y)$$

【0093】つまり（数22）を満足する画素を動き領域として検出する。次に、図1、図12、図17、図21、図30及び図31における移動物体領域検出部1eの他の方法について説明する。ここでは動き領域に対して図6に示す各処理を実行せず、周波数変換を移動物体領域検出に用いる。この方法は、移動物体領域の細部は検出不可能であるが、大まかな位置と大きさを検出できることを特徴とする。移動物体領域検出部1eで周波数変換を用いる方法について、図33を用いて詳細を説明する。

<手順>

(1) 周波数変換処理部33aでは、動き領域検出部1dの差分画像に対して画面全体、またはブロック分割をして2次元周波数変換（FFT、DCT等）の変換を行う。

す。動きベクトルが小さいと時間方向の相関は高くなり、動きベクトルが大きいと時間方向の相関が低くなることを表している。

【0086】

【数20】

$$\alpha = \frac{D}{|V|}$$

: 動きベクトルに依存した係数
D : 空間間引き率

【0087】（数19）を用いたフィルタの要素値W(f, x, y) は（数21）となる。

【0088】

【数21】

$$W(f, x, y) = Z^{-d}$$

【0089】フィルタサイズは空間方向をL（但しLは奇数）、時間方向をLFと表記する。Z=2、 $\alpha=1$ 、L=3、LF=3の時のフィルタの設計例を図32に示す。フィルタの対象画素（x0, y0）に対する、動き領域の判定条件を（数22）に示す。

【0090】

【数22】

【0092】

【数23】

$$\sum_{y=-(L-1)/2}^{(L-1)/2} W(f, x, y)$$

(2) 周波数フィルタ処理部33bでは、周波数成分の中での振幅が最大となる交流成分（直流成分は除く）をx、yのそれぞれの方向で検出する。

(3) 周波数逆変換処理部33cでは、ステップ2で検出した振幅最大の（縦、横の各方向の）周波数成分を逆変換し、空間領域に戻す。

(4) 移動物体領域決定部33dでは周波数逆変換により得られた周期関数と差分画像の相関を計算し、相関の高い1周期区間（関数の最小値から隣の最小値までの区間）をx、y各方向に1つ決定する。

(5) 移動物体領域特微量検出部33eでは、ステップ4で検出された区間関数のピーク位置を移動物体の重心位置とする。また移動物体領域の面積は、抽出されたx、y方向の周波数成分の周期をu、vとすると楕円の面積の公式を利用して $\pi u v / 4$ と導出できる。これを

図34に示す。

【0094】本発明の第1の応用例として、撮影時のカメラマンの意図に応じて動画像の編集、早見、検索などを容易に行う装置がある。ここでは移動物体の行動パターンではなく、撮影者のカメラワークに基づいてシーンの重要度の判定を行い、この重要度の高い画像を代表画像として動画像ブラウジングシステムを構築する。

【0095】次の2つのシーンは、同じようなパンニング（水平方向のカメラ移動）シーンであるが、撮影者の意図は全く異なっている。

(1) 移動する被写体を追尾するため、カメラをパンニングする。

(2) ある被写体から別の被写体へ視点を移すためにカメラをパンニングする。

【0096】即ち、(1)ではパンニングの期間中、撮影者は被写体に注目しているので重要なシーンと思われる。それに対して(2)では、パンニング期間が2つの被写体のつなぎになっているだけであり、不要なシーンと思われる。以後(1)のシーンを「追尾シーン」、(2)のシーンを「視点移行シーン」と呼ぶ。

【0097】この2つのシーンを判定するために本発明を用いたシーン判別方法を図35に示す。図35において、第1から第5までの実施例における処理、つまり入力画像から移動物体領域を検出するまでの処理を移動物体検出部35aとする。パンニング区間検出部35bにおいてパンニング操作をしているシーンを検出し、移動物体特徴量検出部35cでは重心位置、面積などを求める。ここで追尾シーンでは重心位置が安定し、面積も一定しているが、視点移行シーンでは重心位置、面積とも不安定である。このことを利用して、シーン判定部35dではパンニング区間における、追尾／視点移行シーンの判定を行う。代表画像決定部35eではシーン判定の結果から重要度の高い代表画像を決定する。動画像表示部35fでは代表画像を列举して、その代表画像を選択すると、そのシーンが再生される構成である。

【0098】本発明の第2の応用例として、移動物体検出により撮影装置のズーム倍率を自動的に決定する装置がある。図38は遠くに存在する移動物体（図38の(A)の状態）が近付いてくる（図38の(B)さらに(C)）シーンであり、スキー滑走時を撮影した場合等がこれにあたる。このとき撮影者が移動物体領域の大きさに合わせて撮影装置のズーム倍率を図38のように変化させるのは困難であり、これが自動的に変化すると撮影者の負担が軽減し、より良い映像が撮影できる。このズーム倍率自動可変機能付きの撮影装置のブロック図を図36に示し、これを用いて詳細を説明する。

(1) まず、撮影装置36aにより得られた入力画像を用いて移動物体検出部35aで移動物体領域の検出を行う。

(2) ズーム倍率計算部36bでは移動物体領域の面積

から、最適なズーム倍率を計算する。

(3) ズーム倍率制御部36cでは、ズーム倍率計算部36bの出力に応じて撮影装置36aのズーム倍率を制御する。

(4) 撮影装置36aでは、ズーム倍率を移動物体領域の面積により可変としているため、得られる画像は移動物体領域を大きく撮影したものとなる。この画像を画像記録装置36d、画像表示装置36eに送り、画像の保存、表示を行う。

【0099】なお、撮影する時の撮影装置36aの位置は、固定の場合と、撮影者が移動物体に応じて移動する場合がある。撮影者が撮影装置を移動する場合は、手振れで映像が乱れることや、移動物体の追尾撮影を失敗することが起こりえる。そこで移動物体領域の重心位置によりカメラの位置を制御するカメラ位置自動可変機能付き撮影装置のブロック図を図37に示し、これを用いて詳細を説明する。但し、図36と同じ部分の説明は省略する。

(1) 撮影装置37aは撮影装置36aのカメラのレンズの方向を移動可能に設計したものである。

(2) カメラ位置計算部37bでは、移動物体領域の重心位置から、カメラのレンズを向ける方向を計算する。

(3) カメラ位置制御部37cでは、カメラ位置計算部37bの出力に応じて撮影装置37aのカメラのレンズの方向を制御する。

(4) 撮影装置37aでは、移動物体領域の重心位置によりカメラのレンズの方向を可変にしているため、移動物体に追従した画像が得られる。この画像を画像記録装置36d、画像表示装置36eに送り、画像の保存、表示を行う。

【0100】尚、実施例において、処理間隔は、フィールド間隔としたが、フレーム間隔としてもよい。

【0101】

【発明の効果】以上のように、移動物体を追尾するシーンにおいて、移動物体の速度が遅い場合、従来のように処理間隔が固定である方式では、移動物体領域を誤検出する場合が多かった。しかし動きベクトルの大きさと移動物体領域の相関値に応じて処理間隔を可変とするか、もしくは動きベクトルの大きさと移動物体領域の相関値に応じて背景画像と入力画像を加算する割合を可変にする本発明では、このような場合にも対応でき、より汎用的な移動物体領域検出に適用することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の移動物体領域検出装置における第1の実施例の全体ブロック図

【図2】図1の動きベクトル検出部1aを示すブロック図

【図3】図1のフィールド間隔計算部1bを示すブロック図

【図4】図1の背景画像生成部1cを示すブロック図

- 【図5】図1の動き領域検出部1dを示すブロック図
- 【図6】図1の移動物体領域検出部1eを示すブロック図
- 【図7】(A),(B)は動きベクトルが小さい場合の差分値を示す図
- 【図8】代表点マッチング処理部における領域分割を示す図
- 【図9】(A),(B)は代表点マッチング処理部における代表点と探索範囲を示す図
- 【図10】移動物体領域の面積を示す図
- 【図11】移動物体領域の重心位置を示す図
- 【図12】本発明の移動物体領域検出装置における第2の実施例の全体ブロック図
- 【図13】図12のフィールド間隔計算部12b(移動物体領域の相関値を用いる方法)を示すブロック図
- 【図14】代表点マッチング処理において算出された相関値を示す図
- 【図15】相関値の最小値、平均値、最小値付近の傾きを示す図
- 【図16】図12のフィールド間隔計算部12b(移動物体領域の分散を用いる方法)を示すブロック図
- 【図17】本発明の移動物体領域検出装置における第3の実施例の全体ブロック図
- 【図18】図17のフィールド間隔計算部17bを示すブロック図
- 【図19】固定フィールド間隔で実行する動きベクトル検出部1aを示すブロック図
- 【図20】図19の動きベクトル検出部を用いた時のフィールド間隔計算部1bを示すブロック図
- 【図21】本発明の移動物体領域検出装置における第4の実施例(移動物体領域を用いる方法)の全体ブロック図
- 【図22】図21の係数計算部21a(移動物体領域の相関値を用いる方法)を示すブロック図
- 【図23】図21の係数計算部21a(移動物体領域の分散を用いる方法)を示すブロック図
- 【図24】本発明の移動物体領域検出装置における第4の実施例(動きベクトル検出部の相関値を用いる方法)の全体ブロック図
- 【図25】図24の係数計算部24a(動きベクトル検出部の相関値を用いる方法)を示すブロック図
- 【図26】フィールド数とその画像が背景画像に含まれる割合の関係を示す図
- 【図27】背景画像に含まれるフィールド数と積分パラメータの関係を示す図
- 【図28】移動物体領域の面積(積分パラメータの比較)を示す図
- 【図29】移動物体領域の重心位置(積分パラメータの比較)を示す図
- 【図30】本発明の移動物体領域検出装置における第5

の実施例(移動物体領域を用いる方法)の全体ブロック図

【図31】本発明の移動物体領域検出装置における第5の実施例(動きベクトル検出部の相関値を用いる方法)の全体ブロック図

【図32】時空間フィルタを示す図

【図33】移動物体領域検出部に周波数変換を用いた場合を示す図

【図34】周波数変換を用いた場合の移動物体領域の特徴量を示す図

【図35】本発明の動画像ブラウジングへの応用例を示す図

【図36】本発明のズーム倍率自動可変機能つき撮像装置への応用例を示す図

【図37】本発明のカメラ位置自動可変機能つき撮像装置への応用例を示す図

【図38】遠くに存在する移動物体が近づいてくるシーンを示す図

【図39】移動物体領域検出装置の従来例を示す図

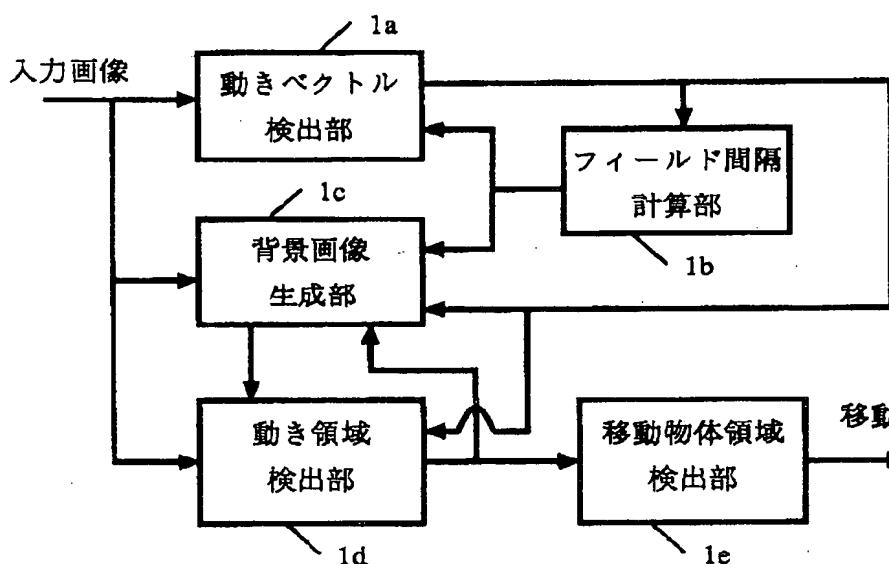
【符号の説明】

- 1 a 動きベクトル検出部
- 1 b フィールド間隔計算部
- 1 c 背景画像生成部
- 1 d 動き領域検出部
- 1 e 移動物体領域検出部
- 2 a 参照画像蓄積部
- 2 b 代表点マッチング処理部
- 2 c 有効領域判定部
- 2 d 動きベクトル決定部
- 2 e フィールド間隔計算部
- 3 a 画像更新判定部
- 3 b フィールド間隔記憶部
- 4 a 座標変換部
- 4 b 背景画像更新部
- 4 c 背景画像蓄積部
- 5 a 座標変換部
- 5 b 差分計算部
- 5 c 動き領域判定部
- 6 a ラベリング処理部
- 6 b 近接領域結合処理部
- 6 c 孤立点除去処理部
- 6 d 移動物体領域決定部
- 9 a 代表点(参照画像)
- 9 b 探索範囲(入力画像)
- 9 a 代表点(移動物体領域)
- 9 b 探索範囲(移動物体領域)
- 10 a 本発明の方式
- 10 b 従来方式
- 12 b フィールド間隔計算部
- 13 a 参照領域蓄積部

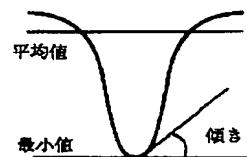
1 3 b 代表点マッチング処理部
 1 3 c 画素間隔計算部
 1 3 d 画像更新判定部
 1 6 a 分散計算部
 1 6 b 画素間隔計算部
 1 7 a 動きベクトル検出部
 1 7 b フィールド間隔計算部
 1 7 c 移動物体領域特徴量検出部
 1 8 a 参照画像判定部
 1 8 b 画素間隔計算部
 1 9 a 参照画像蓄積部
 2 0 a 動きベクトル積算部
 2 1 a 係数計算部
 2 2 a 係数決定部
 2 4 a 係数計算部
 2 8 a 処理間隔可変方式 ($a = 0.8$)
 2 8 b 処理間隔固定方式 ($a = 0.2$)
 2 8 c 処理間隔固定方式 ($a = 0.4$)
 2 8 d 処理間隔固定方式 ($a = 0.8$)
 3 0 a 係数計算部

3 1 a 係数計算部
 3 3 a 周波数変換処理部
 3 3 b 周波数フィルタ処理部
 3 3 c 逆周波数変換処理部
 3 3 d 移動物体領域決定部
 3 3 e 移動物体領域特徴量検出部
 3 5 a 移動物体検出部
 3 5 b パンニング区間判定部
 3 5 c 移動物体特徴量検出部
 3 5 d シーン判定部
 3 5 e 代表画像決定部
 3 5 f 動画像表示部
 3 6 a 撮影装置
 3 6 b ズーム倍率計算部
 3 6 c ズーム倍率制御部
 3 6 d 画像記録装置
 3 6 e 画像表示装置
 3 7 a 撮影装置
 3 7 b カメラ位置計算部
 3 7 c カメラ位置制御部

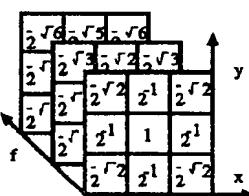
【図 1】



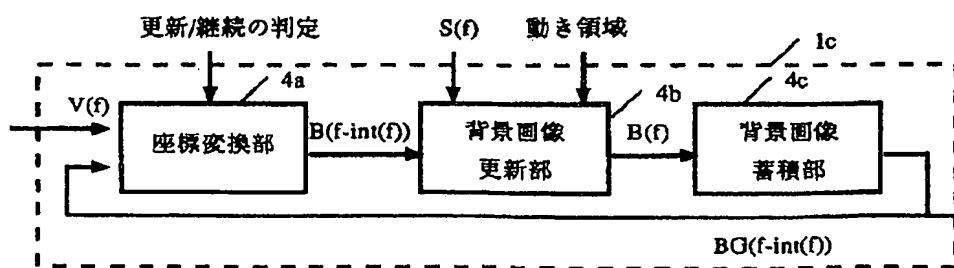
【図 15】



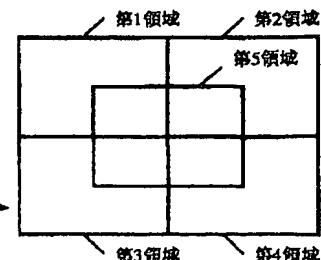
【図 3.2】



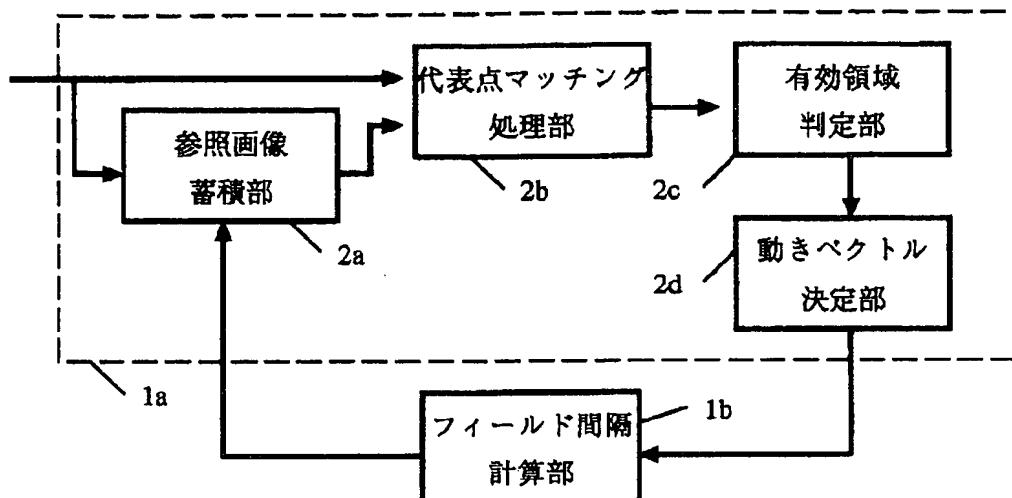
【図 4】



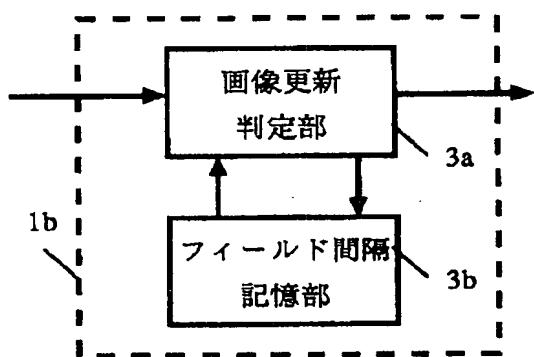
【図 8】



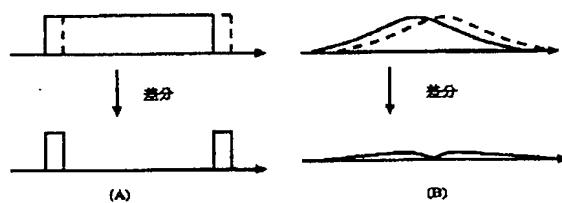
【図 2】



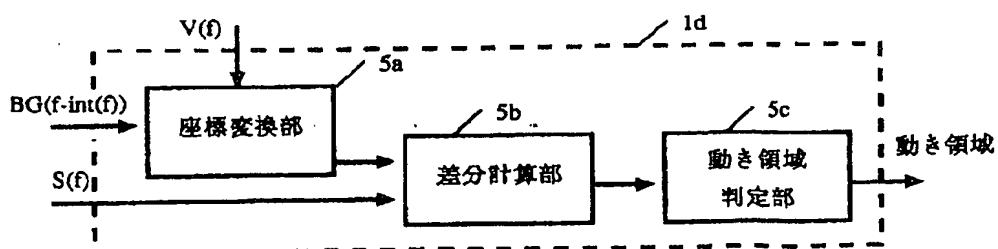
【図 3】



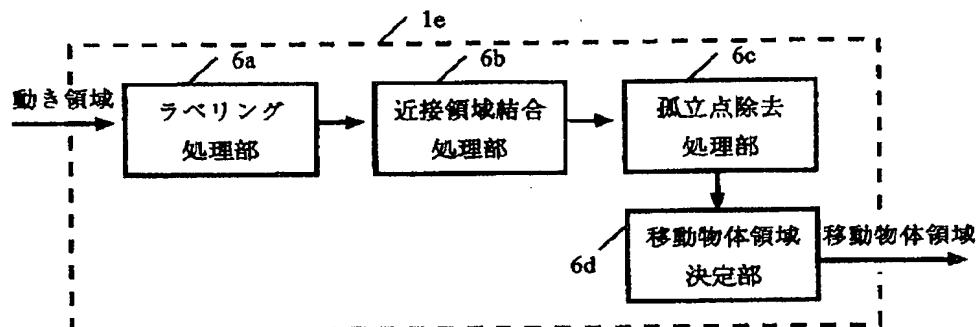
【図 7】



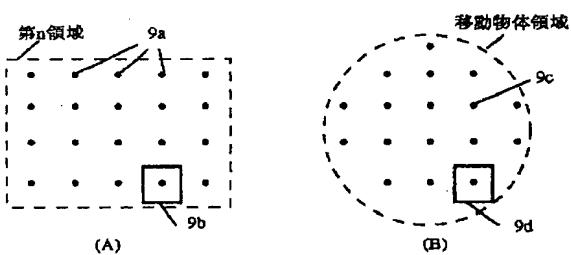
【図 5】



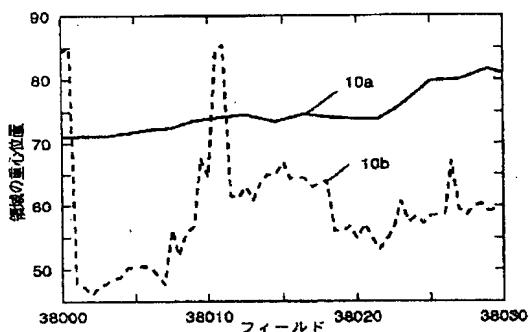
【図6】



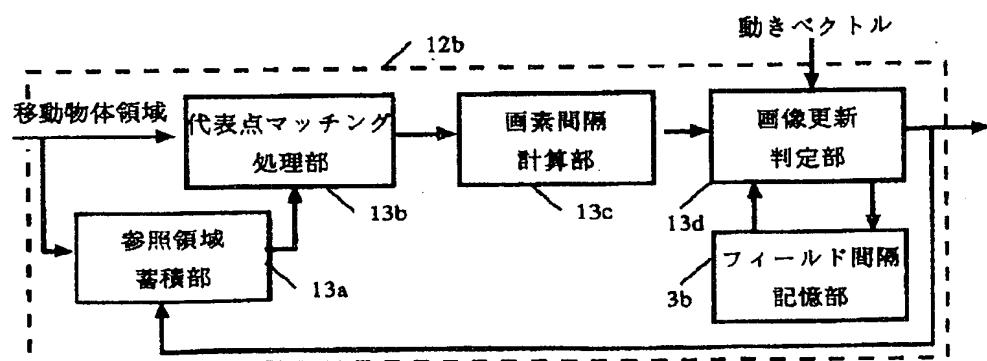
【図9】



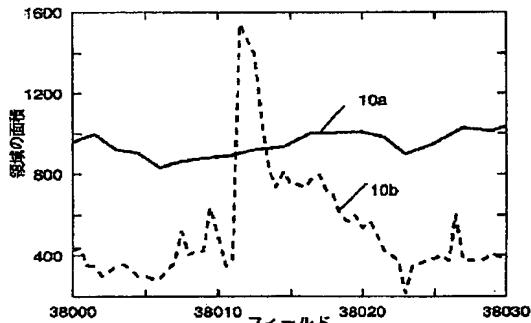
【図11】



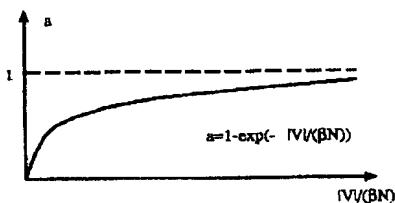
【図13】



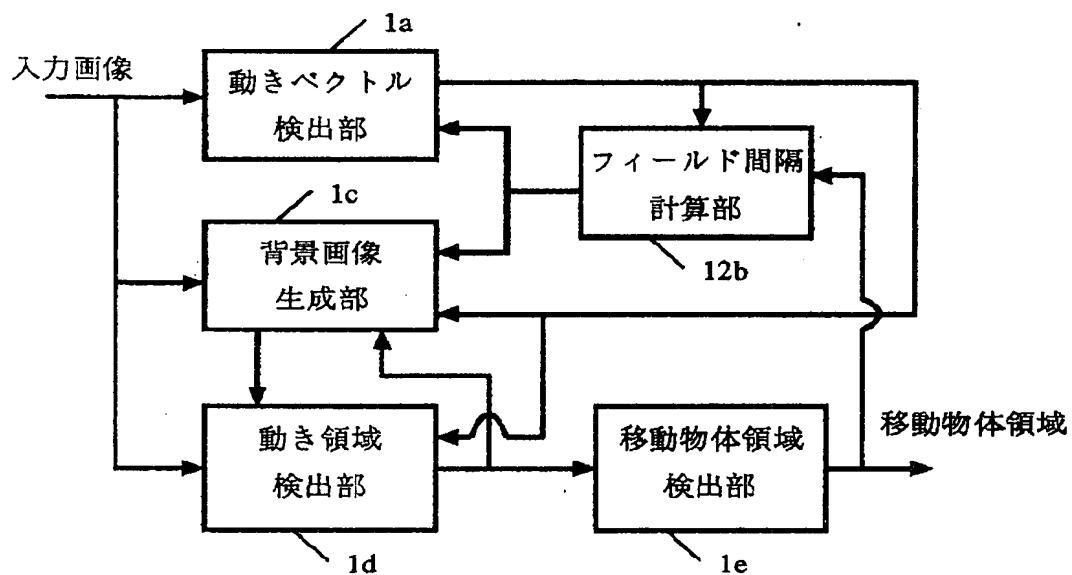
【図10】



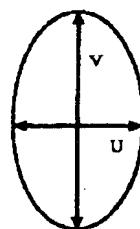
【図27】



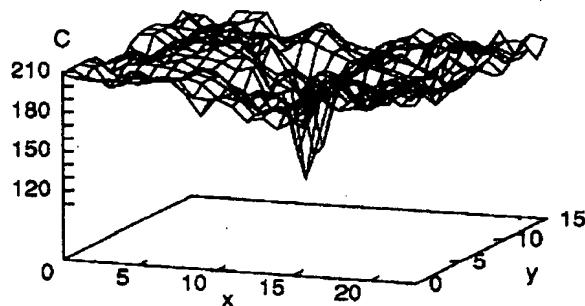
【図12】



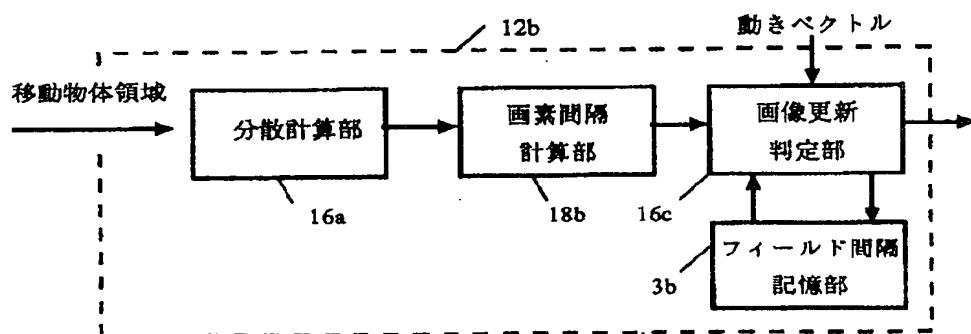
【図34】



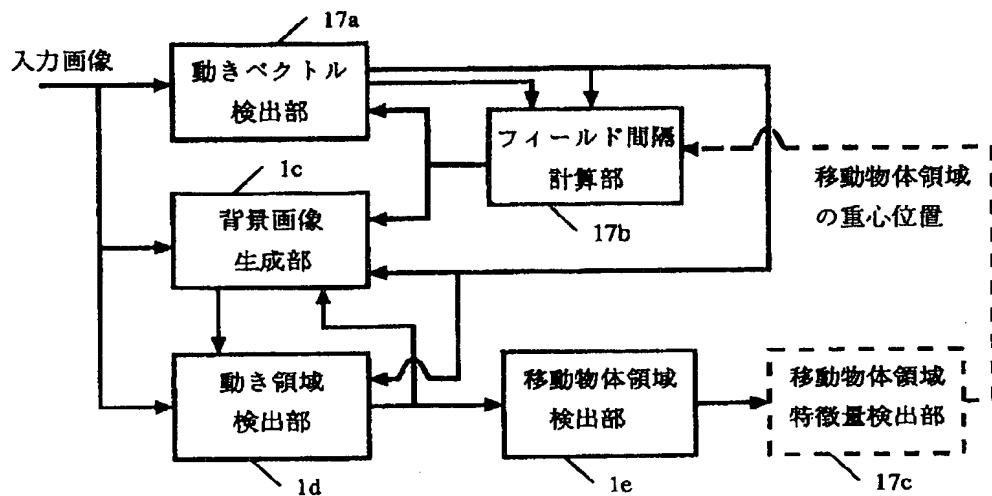
【図14】



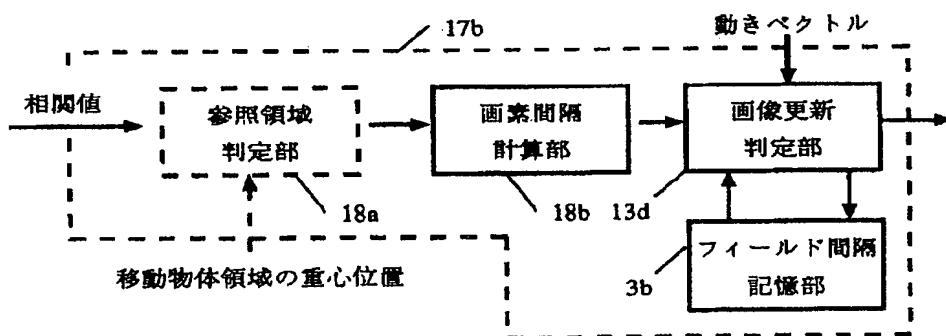
【図16】



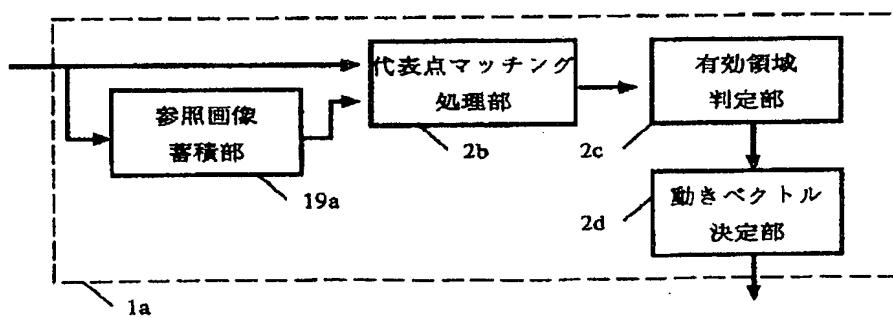
【図 17】



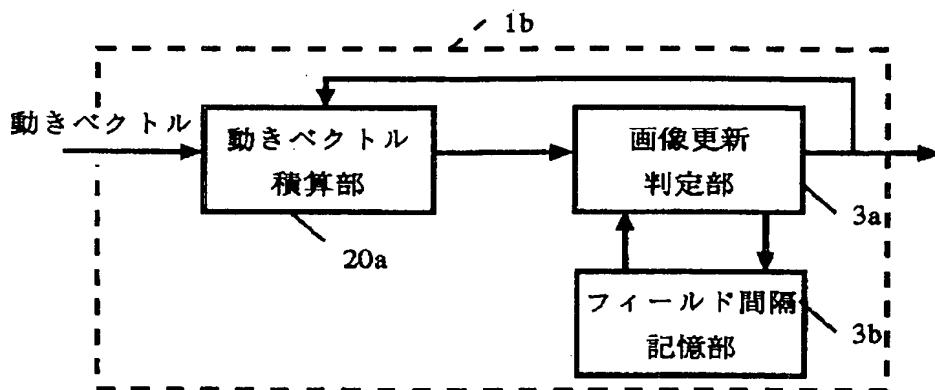
【図 18】



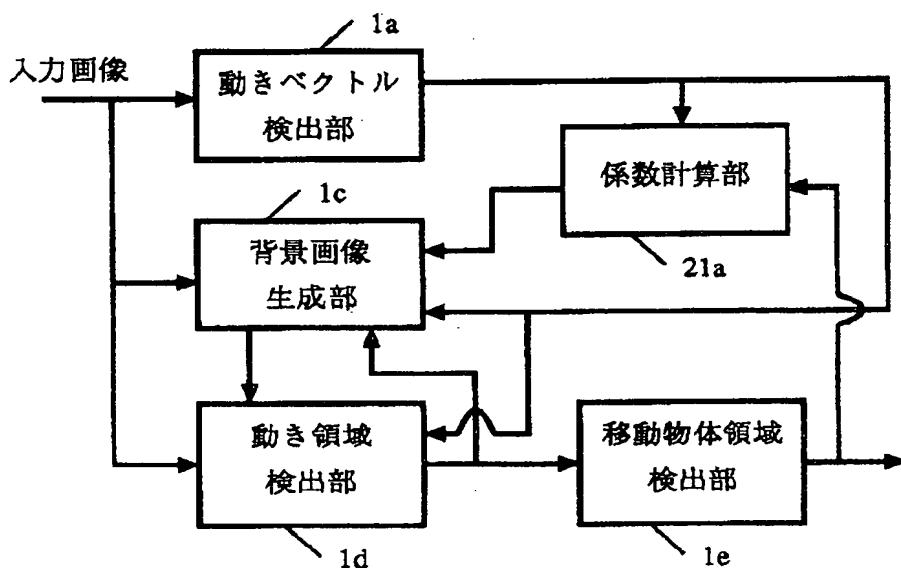
【図 19】



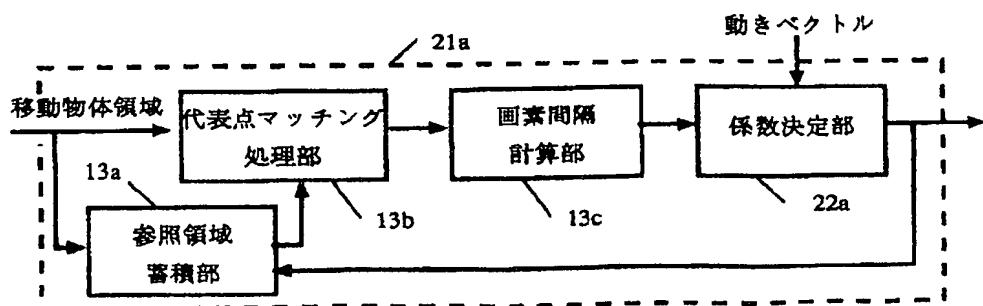
【図20】



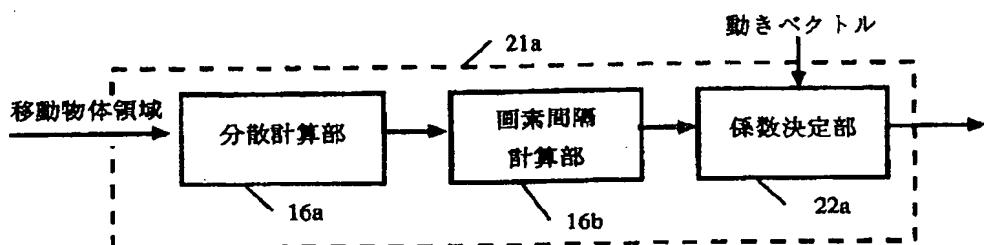
【図21】



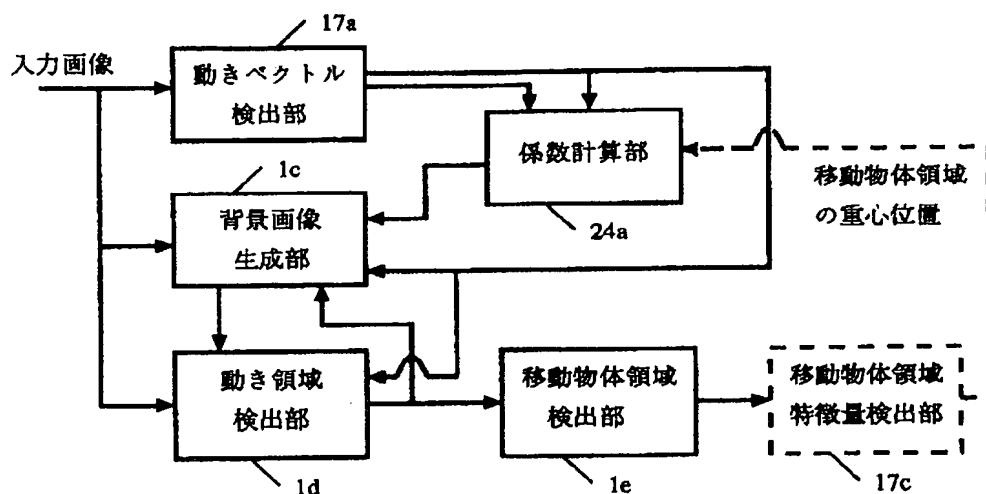
【図22】



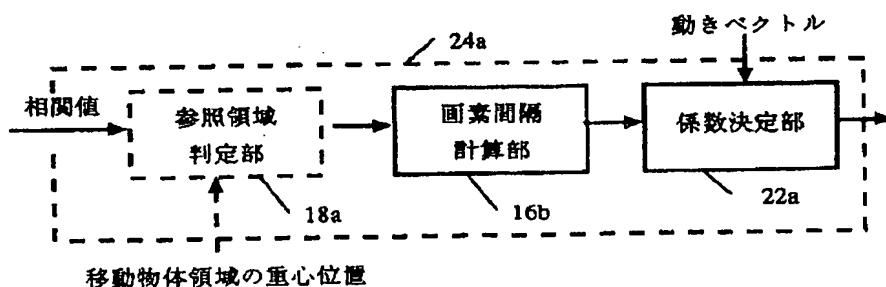
【図23】



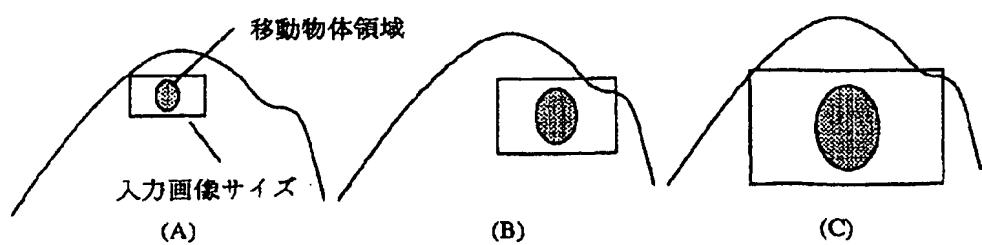
【図24】



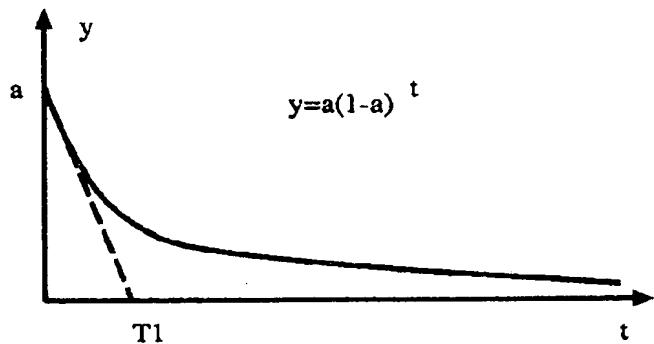
【図25】



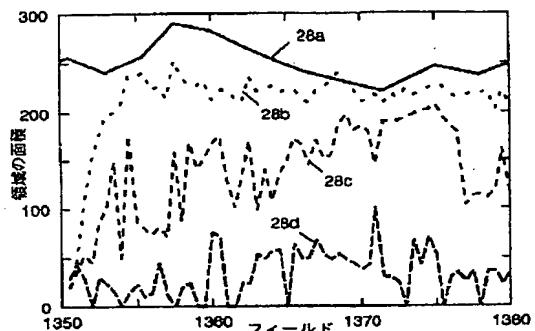
【図38】



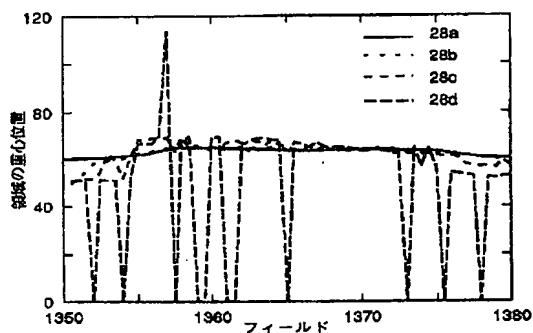
【図26】



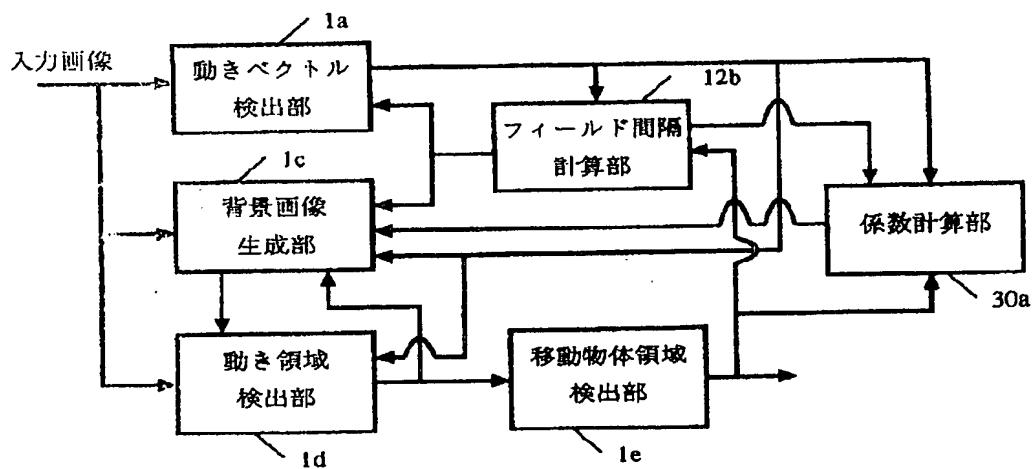
【図28】



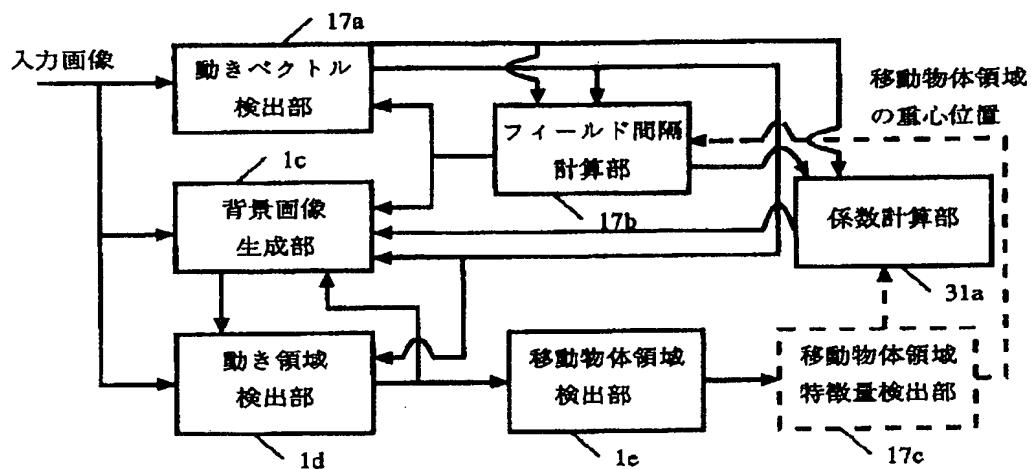
【図29】



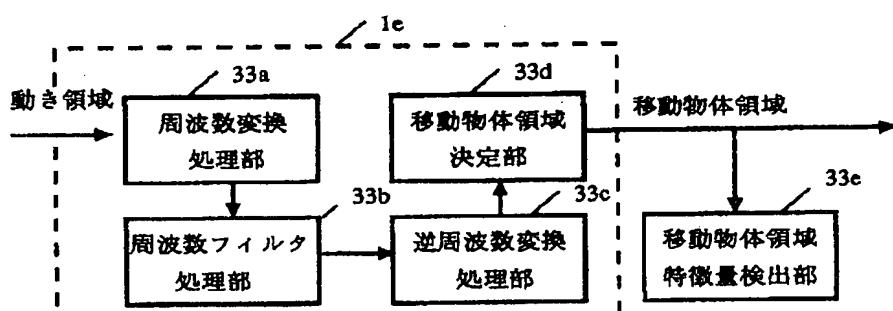
【図30】



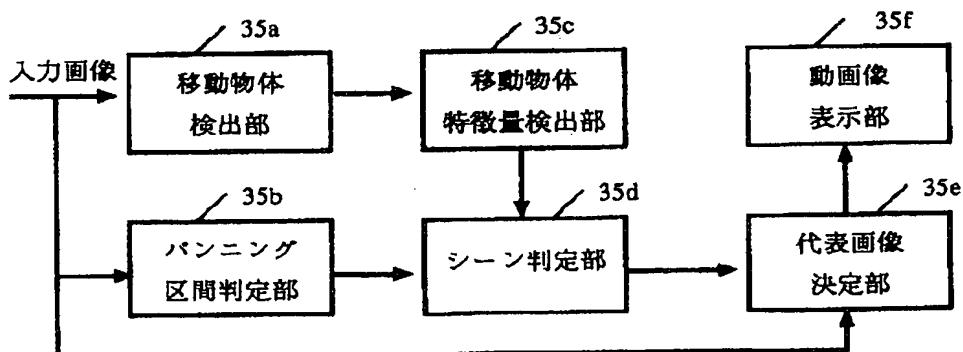
【図31】



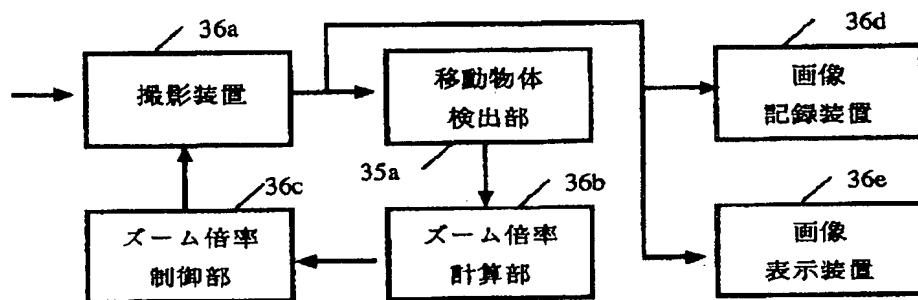
【図33】



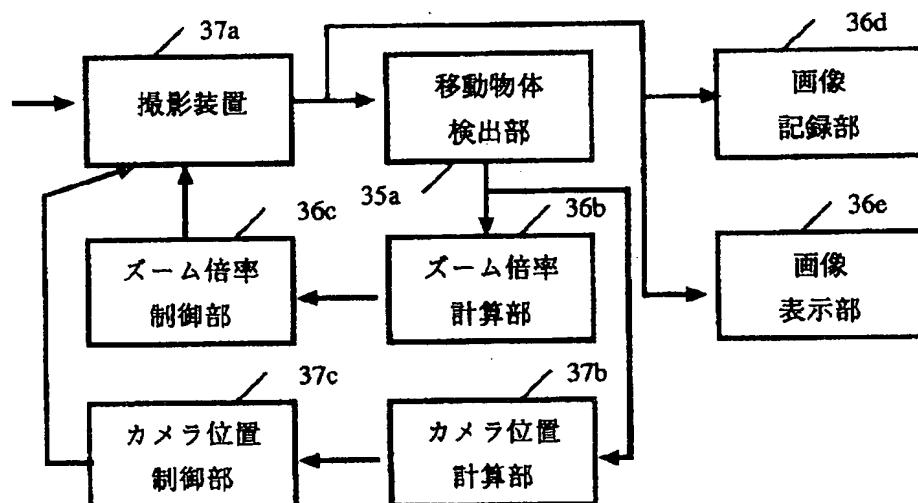
【図35】



【図 3 6】



【図 3 7】



【図 3 9】

